

Glow plug control method for ignition of automobile heating device uses measured electrical resistance across glow plug for controlling clocked voltage supplied to glow plug during ignition phase

Patent number: DE19936729
Publication date: 2000-11-16
Inventor: WIDEMANN FRITZ (DE)
Applicant: WEBASTO THERMOSYSTEME GMBH (DE)
Classification:
- **international:** F23Q7/00; F23Q7/22; B60H1/22
- **european:** F23D3/40, F02P19/02, F23N5/14
Application number: DE19991036729 19990806
Priority number(s): DE19991036729 19990806

Abstract of DE19936729

The glow plug control method uses a control device for providing the glow plug with a clocked supply voltage, with evaluation of the measured resistance across the glow plug, for maintaining a constant resistance value during an ignition phase at the end of an initial glow phase, for providing a radiation temperature selected in dependence on the type of automobile heating device.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 199 36 729 C 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 23 Q 7/00
F 23 Q 7/22
B 60 H 1/22

②① Aktenzeichen: 199 36 729.9-23
②② Anmeldetag: 6. 8. 1999
④③ Offenlegungstag: -
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16. 11. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Webasto Thermosysteme International GmbH,
82131 Stockdorf, DE

⑦④ Vertreter:
Wiese, G., Dipl.-Ing. (FH), Pat.-Anw., 82152 Planegg

⑦② Erfinder:
Widemann, Fritz, 81241 München, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 40 15 097 C1
DE 44 46 113 A1

⑤④ Verfahren zum Ansteuern eines Glühstifts für das Zünden eines Fahrzeugheizgeräts

⑤⑦ Betrifft ein Verfahren zum Ansteuern eines Glühstifts für das Zünden eines Fahrzeugheizgeräts mit einem Steuergerät, welches ein getaktetes Anlegen einer Versorgungsspannung an den Glühstift ermöglicht und mittels dem ein am Glühstift gemessener Widerstand auswertbar ist. Gemäß der vorliegenden Erfindung sind als Verfahrensschritte vorgesehen:
a) Ansteuern des Glühstifts zumindest während der Endphase einer Vorglühphase mit einer konstanten Leistung, die eine für das Fahrzeugheizgerät typische Abstrahltemperatur des Glühstifts erzeugt,
b) Messen des Glühstift-Widerstandes am Ende der Vorglühphase,
c) Regeln der an den Glühstift angelegten Leistung durch Taktung auf einen konstanten Widerstand in einer an die Vorglühphase anschließenden Zündphase.

DE 199 36 729 C 1

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ansteuern eines Glühstifts für das Zünden eines Fahrzeugheizgeräts gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der DE 40 15 097 C1 ist es bekannt, eine Stabglühkerze mit einer in eine Keramikmasse eingebetteten Glühwendel mittels eines Glühakt-Relais oder eines Transistors getaktet anzusteuern und dadurch auf die für eine Zündung geeignete Temperatur zu erhitzen. Da derartige Glühstifte mit Wolframwendeln einen relativ konstanten Temperaturkoeffizienten α aufweisen, bereitet die Regelung über eine Taktung der Leistung auf eine bestimmte Zündtemperatur hin keine Probleme. Nachteilig bei derartigen Zündeinrichtungen ist jedoch deren relativ niedrige Leistung, sowie deren unzureichende Lebensdauer, insbesondere wenn diese zum Zünden von Brennstoffen mit einer hohen Zündtemperatur - wie beispielsweise Pflanzenmethylester - häufig auf eine hohe Zündtemperatur aufgeheizt werden müssen. Es wurde daher erwogen, Glühstifte mit einem Dickschicht-Widerstand aus Keramik zu verwenden, die bei einer etwa 1,5-fachen Leistungsaufnahme gegenüber den herkömmlichen Glühstiften eine höhere Zündtemperatur und auch eine höhere Lebensdauer ermöglichen. Derartige mit einem Dickschicht-Widerstand versehene Glühstifte weisen jedoch hohe Toleranzen bezüglich ihres Temperaturkoeffizienten α auf, so daß die bisher üblichen Regelmethoden über den Widerstand des Glühstifts versagen. Eine statistische Ermittlung einer für jeden Glühstift und jeden Betriebszustand spezifischen Effektivwertspannung für die getaktete Ansteuerung stellt einen großen Aufwand dar, der sich negativ im Preis eines Fahrzeugheizgeräts niederschlägt.

Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist aus der DE 44 46 113 A1 bekannt. Bei diesem bekannten Verfahren wird der Glühstift während der gesamten Glühperiode mit einer konstanten elektrischen Leistung angesteuert. Erreicht wird dies durch einen Leistungshalbleiterschalter, der zwischen der Versorgungsspannung und den Glühstift geschaltet ist, der mittels einer Pulsmodulationsschaltung mit Schallsteuerimpulsen angesteuert wird, die eine derart hohe Impulsfrequenz aufweisen und in Abhängigkeit von dem aktuellen Spannungswert der Versorgungsspannung derart moduliert sind, daß die Glühtemperatur des Glühstifts unabhängig von Schwankungen des aktuellen Spannungswerts der Versorgungsspannung und trotz der Ausschaltperioden des getakteten Betriebs im wesentlichen konstant bleibt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Ansteuern eines Glühstifts bereitzustellen, welches unabhängig vom Temperaturkoeffizienten des Glühstifts ein schnelles und sicheres Erreichen der erforderlichen Zündtemperatur ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch die in Patentanspruch 1 angegebenen Verfahrensschritte ermöglicht. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung sieht vor, daß zumindestens während der Endphase einer Vorglühphase der Glühstift mit einer konstanten Leistung angesteuert wird, wobei diese konstante in den Glühstift eingebrachte Leistung eine für den jeweiligen Fahrzeugheizgeräte-Typ typische Abstrahltemperatur erzeugt. Diesem Verfahrensschritt liegt der grundsätzliche Gedanke zugrunde, daß sich bei einer konstanten eingebrachten Leistung ein Gleichgewichtszustand einstellt zwischen dieser zugeführten elektrischen Leistung und der Wärmeabfuhr durch Strahlung und Konvektion, die durch die baulichen Gegebenheiten der jeweiligen Brennkammer festgelegt sind. Durch das Abtasten der Temperatur eines Temperaturbegrenzers (Überhitzungsschutz) kann die "konstante

Leistung" an die unterschiedlichen Abstrahlverhältnisse einer wärmeren oder kälteren Brennkammer angepaßt werden.

Das Führen einer konstanten elektrischen Leistung, die zu einer bestimmten Abstrahltemperatur des Glühstifts führt, ermöglicht es, diese Leistung so festzulegen, daß der erzielbare Sollwert der Temperatur zwischen einer maximal zulässigen Oberflächentemperatur des Glühstifts, die einen Schutz vor dessen Zerstörung bietet und einer minimalen Oberflächentemperatur, die einen sicheren Start ermöglicht, liegt. Die Regelung des Glühstifts nach einer konstanten Leistung ist nur in den Zuständen zulässig, in denen eine Flammbildung ausgeschlossen werden kann.

Am Ende der Vorglühphase wird dann der am Glühstift anliegende Widerstand gemessen und im Steuergerät des Heizgeräts für die weitere Regelung abgelegt. Die weitere Regelung des Glühstifts erfolgt dann durch Regelung auf diesen konstanten Widerstand, so daß bei ausgebildeter Flamme die Flammenrückwärme automatisch durch eine Reduzierung der eingebrachten elektrischen Leistung ausgeglichen wird.

Für die Berechnung des Taktverhältnisses zur Einstellung einer konstanten Leistung im ersten Verfahrensschritt wird gemäß der Formel $P = U^2/R$ bei einer in den Glühstift einzubringenden Leistung von beispielsweise 80 W, einer am Glühstift anliegenden Spannung von 13 V und einem Glühstift-Widerstand von 1 Ohm ein Taktverhältnis von $80/13^2 = 0,47$ eingestellt.

Für eine beschleunigte Aufheizung des Glühstifts ist es vorteilhaft, wenn dieser in einer ersten Phase der Vorglühphase mit einer konstanten Spannung, das heißt mit einer aus der derzeitigen Betriebsspannung U_{Ist} im Bordnetz berechneten festen Taktverhältnis betrieben wird. Dies kann beispielsweise für einen empirisch für den jeweiligen Heizgeräte-Typ ermittelten Zeitraum erfolgen, wobei gewährleistet ist, daß innerhalb dieses Zeitraums bei Anlegen der vollen Spannung keine unzulässige Überhitzung des Glühstifts auftritt. Das getaktete Ansteuern des Glühstifts gemäß des ersten Verfahrensschritts des Anspruchs 1 mit einer konstanten Leistung erfolgt erst daran anschließend in der Endphase der Vorglühphase.

Gemäß einer anderen Alternative kann das erste Zeitintervall, in dem der Glühstift mit einer konstanten Spannung ungetaktet angesteuert wird, berechnet werden, wobei die empirisch ermittelte Sollzeit zur Ermittlung der tatsächlich anzulegenden Zeitspanne mit einem Koeffizienten multipliziert wird, der von dem Quotienten der Quadrate der Sollspannung und der Istspannung gebildet wird ($t_{12 \text{ Ist}} = t_{3 \text{ Soll}} \cdot U_{\text{Soll}}^2/U_{\text{Ist}}^2$).

Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 ein Diagramm, bei dem über der Zeit die Temperatur des Glühstifts und der dem Glühstift zugeführte Strom dargestellt sind.

Fig. 2 eine schematische Darstellung der für das erfindungsgemäße Verfahren relevanten Komponenten eines Fahrzeugheizgeräts und

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm.

Ein in Fig. 2 mit 1 bezeichnetes Fahrzeugheizgerät weist eine Brennkammer 2 auf, an deren einer Stirnseite ein saugfähiger Körper 3 angeordnet ist. Dieser saugfähige Körper wird über eine Brennstoffleitung 4 von einer Dosierpumpe 5 mit Brennstoff versorgt.

Ein in der Brennkammer 2 hineinragender Glühstift 6, dessen Widerstand von einem keramischen Dickschicht-Widerstand gebildet wird, ist über einen Taktgeber 7 mit dem Steuergerät 8 des Fahrzeugheizgeräts 1 verbunden. Das Steuergerät 8 steuert sowohl die Taktung des Taktgebers 7

und somit die in den Glühstift 6 eingebrachte elektrische Leistung als auch die Dosierpumpe 5 und somit die Menge des in den saugfähigen Körper 3 eingebrachten Brennstoffs. Dem Steuergerät 8 liegen als Eingangssignale eine Spannung U_{Ist} , welche die momentane Ist-Spannung des Bordnetzes repräsentiert, ferner ein Temperatursignal T_9 eines beispielsweise an der Brennkammerwand angeordneten Temperaturbegrenzers (Überhitzungsschutz) 9 und ein in Taktphasen des Taktgebers 7 ermittelter Widerstandswert R_6 des Glühstifts an.

In der Fig. 1 ist über der Zeitachse die Temperatur T des Glühstifts 6 und in strichpunktierten Linien der Strom I aufgetragen, der dem Glühstift 6 zugeführt wird. Der Zündvorgang des Fahrzeugheizgeräts 1 beginnt zum Zeitpunkt t_1 , wobei vorausgesetzt wird, daß der vorherige Betrieb des Fahrzeugheizgeräts mit einem korrekten Nachlauf zur Abkühlung beendet wurde und keine Störungsmeldung erzeugt wurde. Dieser Start zum Zeitpunkt t_1 entspricht dem Verfahrensschritt S1 im Ablaufdiagramm gemäß Fig. 3.

Für ein erstes Zeitintervall Δt_{12} wird nun der Glühstift 6 mit einer ungetakteten maximalen Betriebsspannung betrieben, um dadurch eine Schnellerwärmung zu erreichen, die den Glühstift 6 in die Nähe der für das Heizgerät erforderlichen Zündtemperatur bringt. Diese Schnellerwärmung ist im Ablaufdiagramm gemäß Fig. 3 im Verfahrensschritt S2 dargestellt. Da das Zeitintervall Δt_{12} bei schwankenden Bordspannungen unterschiedlich groß ist, wird der tatsächliche Zeitpunkt $t_{2 \text{ Ist}}$ aus dem bei Nennspannung ermittelten Zeitpunkt $t_{2 \text{ Soll}}$ nach der Formel ermittelt:

$$t_{2 \text{ Ist}} = t_{2 \text{ Soll}} \times U_{\text{Soll}}^2 / U_{\text{Ist}}^2,$$

wobei U_{Soll} die Nenn- oder Sollspannung bezeichnet und U_{Ist} die tatsächlich vorhandene, am Steuergerät 8 als Eingangssignal vorliegende Spannung. Zum Zeitpunkt t_2 , der empirisch für den jeweils vorliegenden Heizgeräte-Typ ermittelt wird, beginnt das Ansteuern des Glühstifts 6 während eines Intervalls Δt_{23} mit einer konstanten Leistung, die eine für das jeweilige Fahrzeugheizgerät 1 typische Abstrahltemperatur T des Glühstift 6 erzeugt. Diesem Zeitintervall entspricht der Verfahrensschritt S4 gemäß dem Ablaufdiagramm in Fig. 3. Dem Ansteuern mit einer konstanten Leistung liegt der Gedanke zugrunde, daß eine zugeführte elektrische Leistung P_{zu} sich bei einem bestimmten Heizgeräte-Typ aufgrund von dessen baulichen Verhältnissen zu einem Gleichgewichtszustand mit der vom Glühstift 6 abgestrahlten Leistung P_{ab} führt, welche sich ihrerseits in einer bestimmten Abstrahltemperatur T_{ab} äußert. Da während dieser Phase einer konstanten Leistungszufuhr die durch den Temperaturkoeffizienten α und andere Einflüsse hervorgerufenen Widerstandstoleranzen des Glühstifts 6 völlig ohne Belang sind, wird die gewünschte Abstrahltemperatur T_{ab} unabhängig von herstellungsbedingten Toleranzen oder Alterungsprozessen des Glühstifts 6 erreicht. Die Abstrahltemperatur liegt dabei in einem Bereich, der zwischen einer minimalen für das Zünden erforderlichen Temperatur und einer maximalen, eine Zerstörung des Glühstift 6 eben noch verhindernden Temperatur liegt.

Zum Zeitpunkt t_3 der das Ende der Vorglühphase bezeichnet, wird der am Glühstift 6 anliegende Widerstand R_3 durch das Steuergerät ermittelt. Die Ermittlung des Glühstiftwiderstandes durch das Steuergerät wurde bereits bei schon bekannten Verfahren zum Ansteuern von Glühstiften mit Wolframwendeln vorgenommen und stellt insofern keinen zusätzlichen Aufwand dar. Der ermittelte Widerstandswert R_3 wird nun in einen Speicher des Steuergeräts 8 eingelesen und im folgenden für die weitere Ansteuerung des Glühstifts 6 als Regelgröße verwendet. Da der Glühstift 6 wie auch die

bekannten Glühstifte eine positive Temperaturcharakteristik (PTC-Charakteristik) aufweist, führt das Ausbilden einer Flamme im Zünd-Zeitpunkt t_2 , das normalerweise (gemäß der oberen gestrichelten Linie in Fig. 1) zu einer Erhöhung der Glühstifttemperatur T führen, würde zu einer Verminderung des aufgenommenen Stroms I , so daß insgesamt die Temperatur des Glühstift 6 auch nach dem Zeitpunkt t_2 im gesamten Zeitintervall Δt_{34} bis zur Beendigung des Glühstiftbetriebes gleichbleibt.

Das Abspeichern des Widerstandswertes R_3 ist im Ablaufdiagramm gemäß Fig. 3 im Verfahrensschritt S5 dargestellt. Die Regelung nach dem zuletzt ermittelten Widerstand R_3 gemäß dem Verfahrensschritt c des Hauptanspruchs ist im Verfahrensschritt S6 dargestellt.

Im Ablaufdiagramm gemäß Fig. 3 ist zusätzlich zwischen der Schnellerwärmung im Verfahrensschritt S2 und dem Glühen mit konstanter geregelter Leistung im Verfahrensschritt S4 noch eine Abfrage im Verfahrensschritt S3 eingeschaltet, ob ein Störfall gesetzt wurde. Sollte dies der Fall sein, wird vom Verfahrensschritt S3 unmittelbar zum Verfahrensschritt S6, (der Regelung nach dem zuletzt ermittelten Widerstand R_3) gesprungen, da dann unter Umständen das Glühen mit konstanter, geregelter Leistung zu einer Überhitzung führen könnte.

Während ein bisher verwendeter Glühstift mit einer in eine Keramikmasse eingebetteten Wolfram-Wendel eine Leistungsaufnahme von etwa 50 W hatte, weist der in Verbindung mit dem vorliegenden Verfahren verwendete Glühstift mit einem Dickschicht-Widerstand aus Keramik eine Leistungsaufnahme von etwa 70 bis 80 W auf. Mit einem derartigen Glühstift 6 können in einer kürzeren Startzeit höhere Zündtemperaturen und auch eine längere Lebensdauer erreicht werden.

Für die Taktung im Verfahrensschritt a) des Hauptanspruchs ergibt sich bei einem Fahrzeugheizgerät 1 mit einer Bordspannung von beispielsweise 13 V folgendes Zahlenwertbeispiel:

Die elektrische Leistung ergibt sich nach der Formel $P = U^2/R$. Wenn der Glühstift 6 auf eine Leistung von beispielsweise 80 W geregelt werden soll, ergibt sich bei einer Spannung am Glühstift von beispielsweise 13 V und einem Glühstiftwiderstand von 1 Ohm ohne Taktung eine Leistung von $13^2/1 = 169$ W. Um daraus die gewünschte Leistung von 80 W zu erreichen, muß ein Taktverhältnis von $80/169 = 0,47$ am Taktgeber 7 eingestellt werden.

Bei einem normalen vorausgehenden Ende des Heizgerätbetriebes mit einem Nachlauf des Gebläses kann von einer Glühstifttemperatur ausgegangen werden, die unter 100°C liegt. Unter diesen Bedingungen führt das beschriebene Verfahren zu einem schnellen und sicheren Starten auch bei Verwendung von Brennstoffen mit einem hohen Verdampfungspunkt.

Bezugszeichenliste

- 1 Fahrzeugheizgerät
- 2 Brennkammer
- 3 saugfähiger Körper
- 4 Brennstoffleitung
- 5 Dosierpumpe
- 6 Glühstift
- 7 Taktgeber
- 8 Steuergerät
- 9 Temperaturbegrenzer
- T Temperatur am Glühstift
- t_1 Beginn der Vorglühphase
- t_2 Beginn der Endphase der Vorglühphase
- t_3 Ende der Vorglühphase

R_3 Widerstand am Glühstift im Zeitpunkt (t_3)
 U_{soll} Sollspannung am Glühstift
 U_{ist} Istspannung am Glühstift
 P_{23} Leistung im Intervall t_2-t_3

Patentansprüche

5

1. Verfahren zum Ansteuern eines Glühstifts für das Zünden eines Fahrzeugheizgeräts mit einem Steuerge- 10
 rät, welches ein getaktetes Anlegen einer Versorgungsspannung an den Glühstift ermöglicht und mittels dem ein am Glühstift gemessener Widerstand auswertbar ist, wobei der Glühstift zumindest während einer bestimmten Glühphase mit einer konstanten elektrischen 15
 Leistung angesteuert wird, die eine für das Fahrzeugheizgerät typische Abstrahltemperatur des Glühstifts erzeugt, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:

- a) Ansteuern des Glühstifts zumindestens während der Endphase (Δt_{23}) einer Vorglühphase (Δt_{13}) mit der konstanten elektrischen Leistung, 20
- b) Messen des Glühstift-Widerstandes (R_3) am Ende der Vorglühphase (im Zeitpunkt t_3),
- c) Regeln der an den Glühstift angelegten Leistung durch Taktung auf einen konstanten Widerstand (R_3) in einer an die Vorglühphase anschließenden Zündphase (Δt_{34}). 25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Auswertung eines analogen Temperaturfühlers am Wärmeübertrager oder in der Nähe der 30
 Brennkammer auf die Temperatur der Brennkammer rückgeschlossen und damit entsprechend der geänderten Abstrahlverhältnisse die zugeführte elektrische Leistung korrigiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zu Beginn der Vorglühphase der Glühstift 35
 in einem Zeitintervall t_{12} mit einer konstanten Spannung U_{12} betrieben wird, die dazu dient, den Glühstift schnell in die Nähe der Zündtemperatur zu bringen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Zeitintervall t_{12} gemäß der Formel $t_{12} = t_{\text{soll}} \cdot U_{\text{soll}}^2 / U_{\text{ist}}^2$ 40
 ermittelt wird, wobei t_{soll} eine Heizgerätspezifische Größe ist, U_{soll} die Nennspannung und U_{ist} die tatsächlich anliegende Spannung bezeichnet.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 45
 dadurch gekennzeichnet, daß als Glühstift ein solcher mit einem Dickschicht-Widerstand aus Keramik verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 50
 dadurch gekennzeichnet, daß das Tastverhältnis der Ansteuerung nach folgender Formel ermittelt wird:

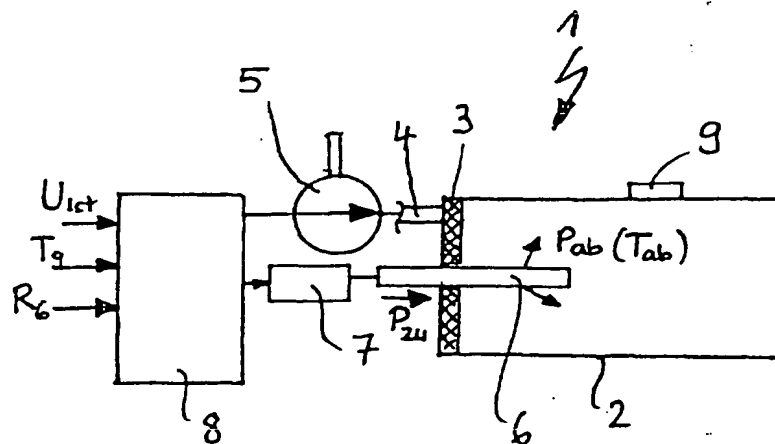
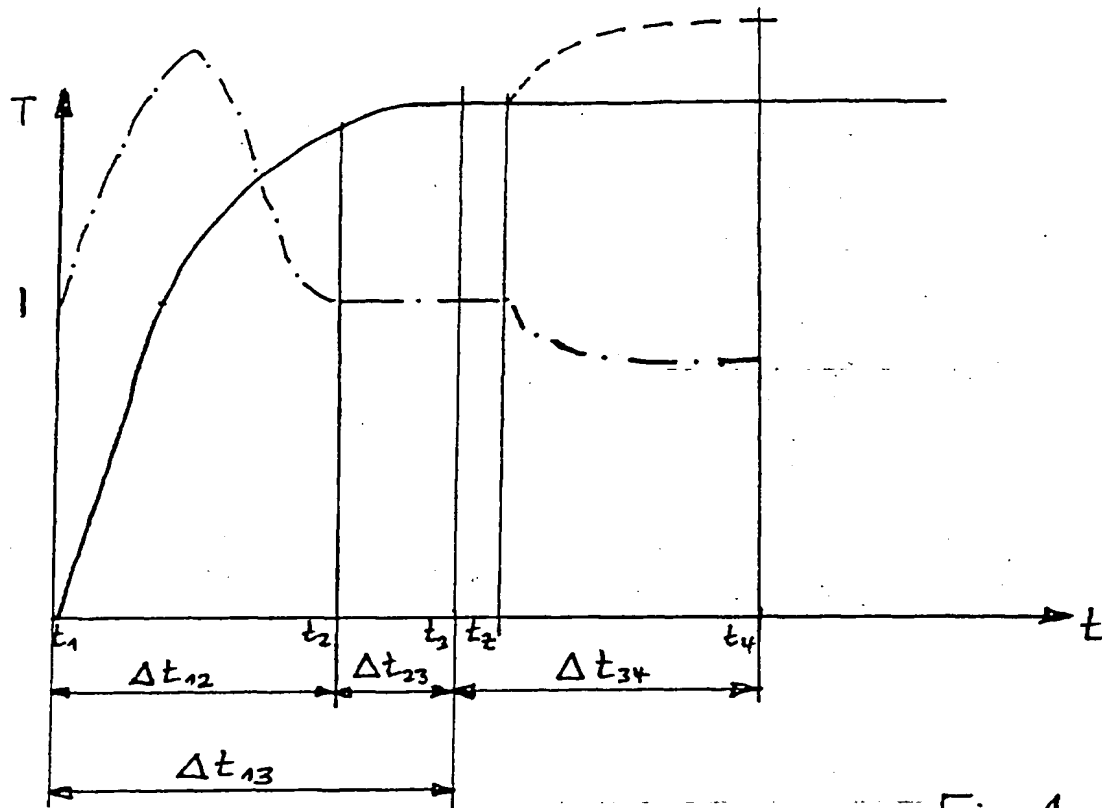
$$\text{Einschaltdauer} = \text{Soll-Leistung} / (U_{\text{ist}}^2 / R_3),$$

worin U_{ist} die momentane Bordspannung und R_3 den 55
 momentanen Glühstiftwiderstand bezeichnet.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

60

65



BEST AVAILABLE COPY

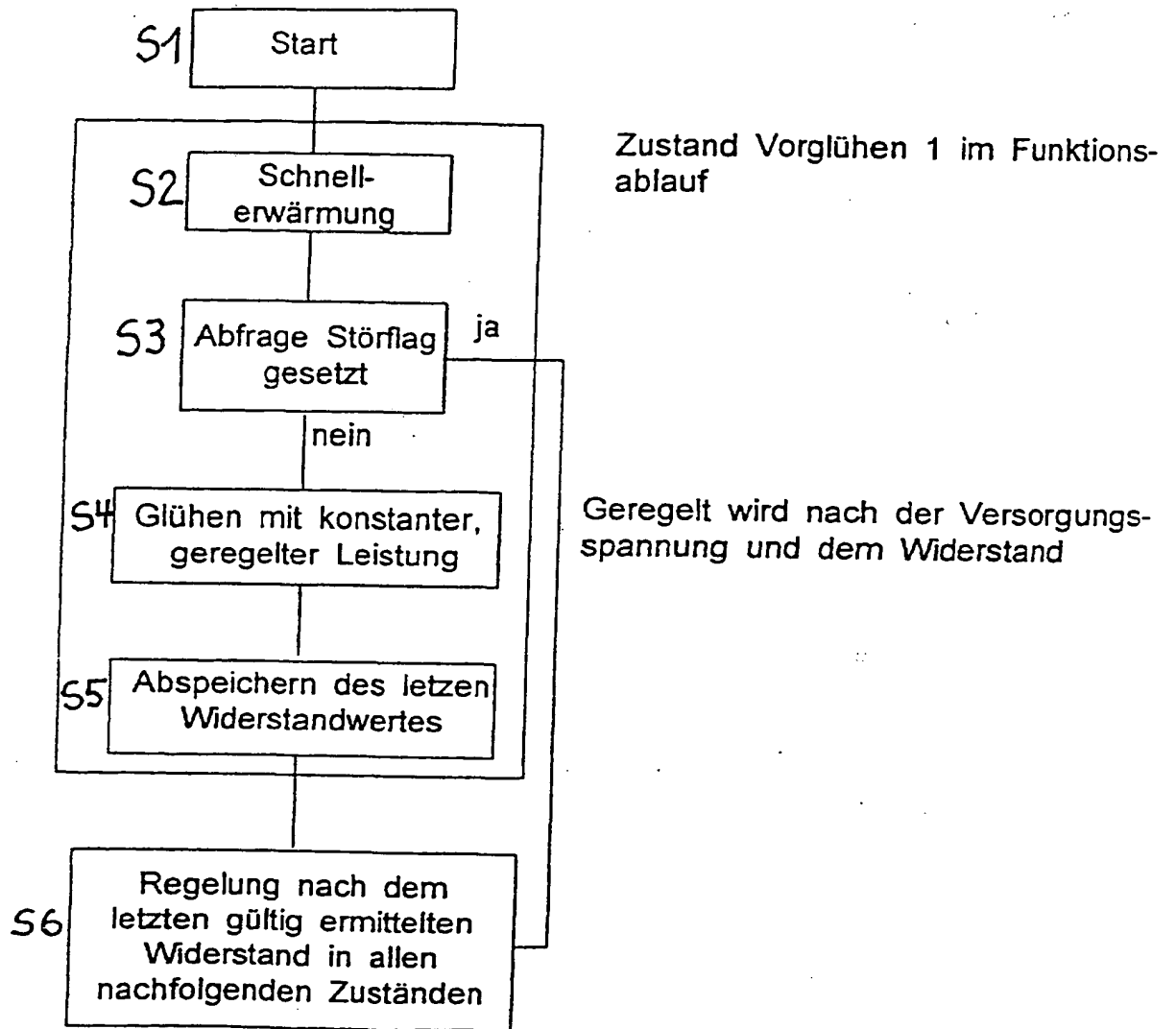


Fig. 3